

第3部 第8章：IT産業における技術選択と貿易構造の変化

著者	吉野 久生
権利	Copyrights 日本貿易振興機構（ジェトロ）アジア経済研究所 / Institute of Developing Economies, Japan External Trade Organization (IDE-JETRO) http://www.ide.go.jp
シリーズタイトル	アジア経済研究所統計資料シリーズ
シリーズ番号	93
雑誌名	貿易指数と貿易構造の変化
ページ	227-248
発行年	2009
出版者	日本貿易振興機構アジア経済研究所 / Institute of Developing Economies (IDE-JETRO)
URL	http://hdl.handle.net/2344/00008919

第3部

Part 3

第 8 章

IT 産業における技術選択と貿易構造の変化

吉野久生

はじめに

本章は吉野（2007）の改訂版である。技術選択についての把握の仕方は変わるところはないが、売買可能な技術と労働に体化する技術の関係は 1、2 年ごとに目まぐるしく変化している。本章では特にこの点について詳しく検討を行った。

情報技術（Information Technology : IT）産業はその成長率が大いばかりではなく、生産、需要の規模においても、巨大な産業となっている。1980 年代に隆盛を極めた日本の IT 産業は、その後の韓国企業の規模の経済を牽引力とする集中豪雨的な投資、米国企業の特に CPU における技術進歩の一方で、急速に世界市場でのシェアを縮小することとなった。しかしながら、IT 技術の急速な進歩は、製品の性能に関してさらに飛躍的に高度な機能を要請するようになり、このことによって、システム LSI（Large Scale Integration）への需要が著しく高まるようになった。システム LSI の生産は注文に応じて行われるため、近年従来の IC 循環ははつきりしなくなったと言われている。日本企業はデジタル家電向けを中心とするシステム LSI の生産によって、2003 年から急速にその業績を回復するようになった。システム LSI の生産については、規模の経済性が存在せず、労働に体化するような性質の技術が必要となり、これを生産しているのは、日米欧の企業である。売買可能な技術を中心とする発展径路をとるか、労働に体化するような性質の技術を中心とする発展径路をとるかは、歴

史的背景によって決定されているものと考えられる。米国企業は、大量生産可能な汎用製品を中心に、日欧企業はシステム LSI を中心に生産を行っている。現在二つの技術は競合関係にあって、その優位性は周期的に交代しているように思えるが、今後の技術の動向を理解、予測することは、経済・貿易発展の把握分析にとって必須であるものと考えられる。

次節においては、このような IT 産業と技術の動向、および、それを分析、把握するための、技術選択と貿易の考え方について説明する。また、第 2 節では、IT 部門におけるシステム LSI 等の最近の技術動向について説明し、今後どのような種類の技術革新が行われ、どのように経済への影響を持つかという点の検討を行う。

1. 半導体技術と経済、貿易構造

貿易論においては、1980 年代に到るまでヘクシャー・オリン・バネックモデルが広く用いられていた。それは概ね次のような考え方に基づくものである。

生産要素については、資本と労働の二種類が存在するものとし、二つの国において、生産要素の賦存比率が異なるものとする。同時に生産要素賦存量は固定される。生産される財は農産品と工業製品など二種類と仮定される。財の生産は、完全競争の下で行われ、規模について収穫一定の生産関数の下で行われるものとする。また二種類の財

について二つの国は全く同じ技術を用いて生産を行っているものとされている。なおここでは、生産要素の価格比が変化しても、一方の財と比べて労働集約的であった財が資本集約的財となることはないという前提が置かれている。相対価格が決まると所得水準と無関係に消費支出の割合が決定されるというホモセティックな共通の社会厚生関数が二つの国において想定されており、二つの財の所得弾力性は1である。生産要素は国内においては移動が自由で費用もかからないものの、国境を越えることはできない。二つの財は自由貿易の下で費用なしで取り引きされ、貿易収支は均衡、国際間の貸借もないものとされる。

このような想定から導かれる結論を以下の四つの定理にまとめることができる。

(1) ストルパー・サムエルソンの定理：生産要素賦存量一定の仮定の下、労働集約財の相対価格が上昇すると、賃金はそれ以上に上昇し、資本サービス価格は下落する。

(2) リプチンスキーの定理：財の価格が一定で、労働の賦存量が増加した場合、労働集約財の生産はそれ以上に増加し、資本集約財の生産は減少する。

(3) 要素価格均等化定理：二つの国が二つの財を生産しているとき、両国で生産要素価格は均等化する。

(4) ヘクシャー・オリンの定理：相対的に労働が豊富な国は労働集約財を輸出し、資本が豊富な国は資本集約財を輸出する。

このような構造を持つモデルが、1990年代以降のIT産業の急成長に伴う貿易構造の変化をどの程度説明しうるかと考えた場合、その説明力の不足を感じざるをえない。

1989年当時、日本の半導体生産は世界の53%を占め、その頂点に達していた。その後、バブル景気の崩壊とともにシェアは急速な低下を示しはじめ、この傾向は十年以上も持続した。米国のインテル、AMD (Advanced Micro Device) などの企業

がMPU(中央演算処理装置)の生産をほぼ独占し、半導体生産の大きな部分を握るようになった。また、米国の企業では、発明発見や製品の設計に企業の持つ資源を集中し、設備投資に伴うリスクを回避する姿勢が顕著となってきた。製品の生産過程を、発明発見や製品の設計に関わる、いわゆるファブレスという部分と、実際の製造に関わるファウンダリーという部分に分け、後者についてはこれを外国企業に委託するという傾向が定着してきた。台湾では、TSMC (Taiwan Semiconductor Manufacturing Company, Limited) や UMC (United Microelectronics Cooperation) など半導体生産に関わる企業が登場したが、その背景には政府の半導体産業についての政策の影響を見出すことができる³。政府系企業が半導体製造についての研究、開発を担い、民間の半導体企業は経営資源のほとんどを製造部門に集中することができた。台湾の半導体企業は日米からの技術導入と政府の支援により躍進を遂げることができたと考えられる。また、台湾の半導体企業は、米国企業からの委託生産、つまりファウンダリーに特化するようになり、米国のビジネス・モデルに組み込まれる形で成長を遂げることとなった。一方、DRAMでは、日本企業のシェアは80年後半には世界の90%を占め首位の座にあった。しかし、サムスンをはじめとする韓国企業が集中豪雨的投资を繰り返してそのシェアを伸ばし、2004年には、日本企業のシェアは10%弱と大幅な低下を示した。このため、日本企業はデジタル家電向けのシステムLSIに活路を見出した。韓国企業の特徴は、DRAMや液晶ディスプレイなど規模の経済を活用できる部門において大規模な投資を繰り返す点にある。このことによって韓国企業は、短期間のうちにDRAM市場を席巻することができたが、技術力については台湾と比べても大きな格差が存在する¹。

池田信夫(2005)によれば、一般に、技術が成熟して設計、製造における情報のフィード・バックの必要性が小さくなった場合には水平分業が有

利となり、部品の外注も可能となるが、設計と製造の情報が活発な成長期の技術においては、水平分業の優位性は観察されないという。かつて、日本の半導体企業の強みは企業内の知識、情報の共有にあると言われた。設計段階と製造過程の間の密接な情報交換によって製造過程における問題が迅速に設計段階に報告され、製品の品質化につながった。このような技術の構造は、自動車など部品数の多い複雑な製造工程を持つ産業に見られるものである。しかし、1990年代以降、半導体技術においては設計をモジュール化された言語を用いて行い、ファブレスとファウンダリーの役割分担が可能となってきた。製造段階の問題が設計段階で制御可能となって、製造期間の短縮化と費用の削減が現実化している。三次元 CAD などの部門においてもこのような現象が観察されている。

1990年代、IT 部門において一貫してシェアを下げ続けた日本企業も 2003 年には急激な回復を見せ始めた。2004 年の段階で、米国の半導体生産シェア 40%に次いで 28%を占め、第二位の位置にある。たとえば、かつて携帯電話には通話機能しかなかったが、今やその他にテレビ放送の受信、写真撮影、テレビ電話など多くの機能を持つようになった。また、デジタル・カメラ、DVD レコーダーなどのデジタル家電の生産が急激に増加している。このような機能向上の要請について上記のモジュール生産では対応することができなかった。このような製品を生産するためには、個別の製品毎に LSI を設計して組み合わせるというシステム LSI の技術が必要である。システム LSI の生産については、設計と製造過程の間の密接な情報の交換と相互の調整が不可欠であり、労働に体化するような性質の技術が観察される。日本の松下電器、日立、仏・伊の ST マイクロエレクトロニクス、米国のテキサス・インスツルメンツなど、日、欧、米の企業が生産を行っている。それまでは、半導体の需要を見込んで大規模な投資を行った上で生産するというやり方であったため、需要と供給が

一致しづらく、半導体の生産には概ね 4 年の周期が存在した。しかし、システム LSI の生産は注文生産であるため、周期ははっきりしなくなってきたと言われている。

このように、半導体部門においては 2003 年から大きな変化が見られるようになった。これは上記のように、デジタル家電などに要請される機能が高度化したためであると考えられる。2003 年、2004 年と日本の IT 関連企業は、順調に生産を伸ばして利潤を増加させたが、2005 年については競争の激化により利潤は低下してきている。同時に、労働に体化するような技術を必要とする、システム LSI に取って代わるような技術、ASSP(応用用途別標準製品)の開発も活発となっている。売買可能な技術と労働に体化した技術が交互に優勢となるというような状況が現出していると言えよう。ASSP 発展の背景には、一年半でメモリーの容量が二倍になるという「ムーアの法則」の働きがあるものと考えられ、このような、周期的な動きが今後約 10 年間持続する可能性は高いものと予想される²。

ASSP など、発明発見に基づく技術を開発しているのは主として米国企業であり、システム LSI を得意とするのは、日・欧の企業である。米国の企業の技術が売買可能なものを中心とし、日・欧の技術が労働に体化するようなものを中心とするというものであるという点は、IT 産業が発展を始めるはるか以前から、一貫して指摘されてきた事柄である。生産関数群の包絡線から、資本と労働の価格比によって技術が選択されるというよりも、各国が歴史的に固有の技術を保有していると考えた方が適切であると思われる。

ヘクシャー・オリン命題によれば、各国は同じ技術を持ち、資本豊富な国は資本集約的財を輸出し、労働豊富な国は労働集約的財を輸出するということになるが、これは現在の技術革新の特に著しい時代の経済情勢と貿易を説明し得ていない。すでに、レオンティエフは 1960 年代の米国につい

て、資本豊富国であるはずの米国がむしろ労働集約財を輸出し、資本集約財を輸入しているとの指摘を行っている。Leamer (1980) は計算方法の変更によってこれに反論したが、決定的反論となり得てはいないようである。Trefler (1995) は、要素賦存の状態から予測される要素用役の貿易と現実の貿易を比較して、ヘクシャー・オリン命題の検証を行っている。次に、消費における自国偏向、国ごとの技術の相違などにより、ヘクシャー・オリン命題で説明できないところを説明する。まず、33 か国、9 種類の生産要素について、輸出可能な生産要素の量と実際の輸出量とを比較し、輸出可能量が大きい場合でも実際の輸出量がきわめて小さい場合が多いという点を指摘し、これを「消えた貿易」と呼んでいる³。輸出に含まれる生産要素と要素賦存から自国消費を引いたものの相関係数は0.28に過ぎない。また、国ごと生産要素ごとに輸出可能量から輸出量を引いた輸出余力を計測し、貧困国ほど輸出余力の大きい生産要素の数が多いということを見出している。その相関係数は0.87である。貧困国ほど輸出が消極的である。これを「要素賦存パラドックス」と呼んでいる。

「消えた貿易」は、消費者が自国製品について偏向を見せるような場合があるということから説明されている。たとえば、外国製品について高い関税が設定されているようなとき、自国製品の消費が増加して実際の輸出可能量は大変小さくなるという説明である。「要素賦存パラドックス」については、富裕国の支出に占める投資の割合が貧困国に比べて大きいため、これを除いて計算し直すと貧困国との差が無くなるとされている。またこのような矛盾をもたらすヘクシャー・オリン命題に代替する説明として、技術の相違があげられている。富裕国の技術は中立的、貧困国は非中立的と仮定され、同じ農業においても、フランス、ドイツは同じ資本労働比率、バングラデシュは異なる資本労働比率を持つものとして説明される。このように、ヘクシャー・オリン命題に問題がある

として、指摘を行った論文には、Maskus (1985)、Brecher etc. (1988)、Bowen (1987) などがある。しかしながら、代替仮説を示したものは、Armington (1969) が自国消費偏向の概念を用いて説明したケースと Trefler (1995) だけである。

実際、前述のように、各国が歴史的に固有の資本と労働の組み合わせを持っているという考えには説得力があるものと思われる。資本労働比率を国ごとにそれぞれ固定であるとし、技術進歩の方向も国ごとにそれぞれ固定であると考えて、ヘクシャー・オリンよりもむしろリカードモデルの方が望ましいものとする。日独の場合は常に資本よりも労働を多く投入、米国の場合には、それよりも資本を多く投入する。日米から技術を導入し常に規模の経済を追及している韓国の場合は最も資本の比率が大きい。台湾の場合はこれよりも資本の比率は小さい。なお、西欧については、一般的に技術が労働に体化しやすく、この傾向は西欧全体に見られるようであるが、東欧については国ごとに事情が異なるようである。チェコなどでは戦前から機械工業、精密工業の発展が見られ、ドイツの資本と労働の組み合わせに近いように思われるが、ハンガリーなどでは事情を異とする。ハンガリーは人口一千万人の小国でありながら伝統的に物理学など基礎科学分野に数多くの学者を輩出している。現在、IBM、ノキア、シーメンス、インテルなどIT部門の外国企業が研究所を設立し、東欧におけるIT研究の拠点となっている。特に、IBMの研究所は研究者数が1,000人と大規模であり、日本の三菱中央研究所の規模に匹敵するものである。近年ハンガリーのIT部門の輸出は急激な伸びを見せているが、このような現地での研究活動とIT産業との連動が推察される。実際、隣国のポーランドにおいてはこのような動きは見られず、製造業の各部門は一律の動きを示しながら、全体として堅調な成長を維持している。また、優秀なソフトウェアを供給すると言われているルーマニアにおいてもIT産業の勃興は見られていない。

IT 産業を牽引力とする経済成長を考える際には、技術動向の把握が極めて重要となる。前述のように、ムーアの法則にしたがって、メモリーの容量は一年半で二倍になる。製品の機能に対する要請はそれ以上に高度化し、システム LSI のように、労働に体化するような性質の技術が優勢となって、このような技術を得意とする国の生産と輸出が増加する。しかし、メモリーの増加を背景として、これを汎用の技術に置き換えようとする動きが出てくるというような構造である。技術の動向を予測し、その経済・貿易への影響を捉えるため、次節においては、特にシステム LSI に注目しつつ最近の IT の技術、市場動向の説明を行う。

2. システム LSI の展開

1990 年代、日本の半導体 DRAM の生産シェアは減少していったが、その一方で日本企業は、メモリー、ロジック、周辺デバイスを 1 チップにまとめたシステム LSI の生産に注力するようになった。なお、半導体、システム LSI 技術等については、泉谷 (2005a)、泉谷 (2005b)、泉谷 (2007) による。

システム LSI の生産については、トランジスタ、ダイオードなどの個別半導体、バイポーラ・アナログ、発光ダイオードなどの光デバイス、DRAM、SRAM⁴、フラッシュメモリーなどの記憶専用半導体、演算論理専用半導体、ゲートアレイやスタンダードセルなどの ASIC⁵、等々が必要となるが、日本企業はこれらすべてについての生産基盤を保有している。ゲーム機では、ソニーのプレイステーション 3 に使用されている Cell エンジン、任天堂のゲームキューブなどがシステム LSI の技術を用いている。デジタル家電では、プラズマテレビ、デジタルカメラ、DVD レコーダーのいわゆる「三種の神器」の生産に必要不可欠である。システム LSI においては、開発期間が長いこと、注文生産であるため他のデバイスと比べて一製品当

たりの生産量が小さいこと、製品の種類が多すぎて利幅が小さいこと、などの特徴が見られる。デジタルカメラの場合には従来の光学カメラメーカーと、デジタルメーカーの企業再編も発生したが、依然数多くの企業が多品種の高品質で廉価な製品を供給している。ソニー、キヤノン、オリンパス、富士写真フイルム、ニコン、カシオ、コニカミノルタ、ペンタックスなどのメーカーがある。デジタルカメラ向け LSI を供給しているのは、富士通、ローム、東芝、ルネサステクノロジーなどであり、富士通は、多機種に対応できるシステム LSI の開発を行っているところに特徴がある。ロームは複雑なシステム LSI の設計を可能とする設計システム「リアルソケット」を開発し、東芝は独自開発の NAND 型フラッシュメモリーを用いたシステム LSI の生産を行っている。ルネサステクノロジーは、携帯電話の心臓部分である DSP (Digital Signal Processor) の製造を行っている企業であり、その製品である SH マイコンを用いたシステム LSI を生産している。デジタルカメラの市場規模は一兆円を超えており、日本の世界市場における占有率は約 90% であると考えられるが、メーカーの数が多すぎ、各製品の生産単位が小さすぎて、大きな利潤をあげるには到っていない。

携帯電話では、日本は第二世代携帯電話で PDC (Personal Digital Cellular) という独自規格を採用したため、世界市場と切り離される結果となった。テレビ電話、ワンセグ機能等々の高機能の製品群が存在する割には輸出はきわめて小さく、また各製品の生産単位も小さい。スマートフォンの一種であり PDA (Personal Digital Assistant) から発達してきた、BlackBerry や iPod は北米および欧州市場では一大ブームを見せることとなったが、日本ではそれほどブームとはなっていない。しかしながら、同時に、日本製の携帯電話の輸出を伸ばすこともできていない。CDMA2000 と W-CDMA という二つの規格が拮抗しているのが現状である。

松下電器の場合は製品の種類を絞り、その製品

を独占することで生産量を増やすという戦略を採っているようである。この戦略は特に DVD レコーダー、プラズマテレビにおいて功を奏し、市場においてトップシェアを獲得すると同時に高い収益性を確保している。今回の世界同時不況に際しても収益は依然良好である。当社では、この他にも、地上デジタル放送受信機向け OFDM 復調 LSI、MPEG-4 マルチコーデック LSI、デジタルハイビジョン用システム LSI などの生産も行っている。

このように、システム LSI については、生産単位をいかにして大きくするかということが重要であり、これを可能とした企業、製品については大きな利潤が上がっているということが言えよう。

デジタル家電等の部門で、当初期待されたほどシステム LSI の需要が伸びることはなかったが、現在自動車産業においてシステム LSI に対する需要が大きく伸びている。自動車産業の生産額は世界全体で約 70 兆円、パソコンが約 20 兆円、携帯電話約 14 兆円、デジタル家電約 35 兆円であるが、現時点での自動車産業の IC 部品使用は 5%程度と考えられている。2015 年には、自動車の生産額は 100 兆円、そのうち 20%程度が IC 部品の購入に当てられるものと予想されている。

日本では、九州地区において自動車産業の伸びが著しい⁶。94 年の北部九州地域の自動車生産は 38 万台程度であったが、96 年には 50 万台を越え、2003 年には 70 万台となっている。トヨタ自動車九州・宮田工場は 2005 年に生産を増強し、2006 年にはトヨタ自動車九州の苅田工場が操業を開始した。熊本のアイシン九州、佐賀の小糸九州、デンソー北九州など関連企業も積極的投資を行う計画のようである。またダイハツ車体は 2004 年から大分・中津工場の操業を開始している。ダイハツ工業は中津工場の隣接地に完成車の工場を建設し、2009 年には 20 万台程度の生産を行う予定である。日産九州は 1976 年から生産を開始し 4700 人が生産に従事している。日産車体は、日産九州工場内に湘南工場から車両工場を移転して生

産能力の増強を行う予定である。山口県にはマツダの主力工場である防府工場があり、熊本にはホンダの二輪車生産の拠点工場がある。ホンダは浜松製作所で行っている中型・大型の生産を熊本県大津町の熊本製作所に移動させ、生産は年間 50 万台から 100 万台へと増加させて、国内の二輪車生産を熊本製作所に集約する模様である。北部九州地域の自動車生産は 2009 年には 100 万台をかなり超えた値となるものと思われる。

産学連携機関である財団法人北九州産業学術推進機構(FAIS)は、半導体技術センター、ベンチャー育成の中小企業支援センターなどの機能を持ち、北九州地域のカーエレクトロニクス振興を行っている。以前から、北九州をはじめ九州には、半導体メーカーの工場が集積しており、国内生産の約 30%を占めている。福岡県が推進するシリコンシーベルト構想に呼応して福岡市百地(ももち)には半導体の設計開発拠点が数多く生まれることになった。ソニー、日立、NEC、富士通などが操業している。北九州市内では、アナログ半導体を生産する東芝北九州工場や、ロボット生産の安川電機、カーナビソフトのゼンリンなどが生産を行っている。三菱化学、触媒化成工業など多くの半導体の材料メーカーも操業している。シリコンシーベルトの中核となる、福岡システム LSI 総合開発センターが 2004 年、福岡県により開設された。これは、IT の設計などに携わる半導体ベンチャーの育成を意図するものである。またシステム LSI カレッジなどの教育機関を設けられている。

熊本県は全九州の半導体の四割程度の生産を行っている。NEC 九州、ソニーセミコンダクター九州、ルネサステクノロジーなどが生産を行い、装置産業の東エレ九州、テスターメーカーのテラダイン、リードフレームの三井ハイテック、フォトレジストの東京応化工業なども工場を持っている。また熊本県は「熊本セミコンダクターフォレスト構想」を推進している。これは、県内に半導体関連企業を誘致して 2010 年までに出荷額を 1 兆円に

まで増加させること、半導体関連プロジェクト 200 を実施すること、半導体技術者千人を育成すること、半導体ベンチャー100 社の育成を行うことなどを骨子とするものである。鹿児島県は、「電子デバイスフロンティア構想」、長崎県は「電子デバイス長崎構想」を提唱している。自動車産業の発展とともに、自動車用 IC 部品の使用は確実に増加していくものと考えられるが、特に九州地域においては、両産業の相乗効果が見られ始めたようである。

エルピーダメモリーは 99 年に日立と NEC の DRAM 部門を統合してできた会社であるが、その後業績が上向きとなることはなかった。また、2002 年当時は世界市場におけるシェアはわずか 5 パーセント程度に過ぎなかったが、2002 年、テキサス・インスツルメンツ出身の坂本幸雄氏の社長就任以来急速に業績が改善し始めた。積極的な投資増強策が功を奏し、2006 年 9 月の中間決算では、前年の 60 億円の赤字から一転、過去最高の 195 億円の黒字となった。現在、サムスン電子、独キマンダ、韓国ハイニクス、米マイクロンに次ぎ、10%前後のシェアを持っている。最近、台湾パワーチップ社と連合し、台湾に約 1 兆 6000 億円を投じて DRAM 工場を建設する予定であるとの発表を行った。これが実現すれば、3,4 年後には業界随一の輸出競争力を持つことが予想される。メモリーについてはまた、東芝が NAND 型フラッシュメモリーの生産増強に積極的であり、最先端の 56nm⁷ クラスの生産においては他のメーカーに先行している。

液晶テレビについては、日本企業の設備投資は 2004 年から 2006 年まで年平均 3000 億円程度であり振るわない。シャープだけが積極的に投資を行い、順調に利潤を伸ばしている。シャープは第 10 世代液晶新工場の建設を決定しているが、これは投資額 5000 億円にも達する最新鋭の設備であり、相当のインパクトを持つものと考えられる。プラズマテレビにおいては、松下が独走態勢を固

めたようである。プラズマテレビの場合、製品価格のうち、システム LSI などの IC 部品が 30 パーセントを占める。松下はできる限り生産を増やして、同時にシステム LSI の種類を減らし、効率を上げるという戦略を採った。この戦略が成功して、市場の 50%近くを占めるようになっている。しかしながら、液晶テレビの場合には、IC 部品の占める割合は 10%程度に過ぎず、このような戦略をとることが難しいようである。液晶でシャープ以外の日本勢が振るわない原因はこのような点にあるのではないかと考えられる。薄型テレビの市場は現在 5 兆円程度であり 2015 年には 25 兆円程度になるものと予想されている。市場占有率は液晶 9 割、プラズマ 1 割で、液晶のシェアが圧倒的であり、また現状では韓国企業のシェアが最も大きい。最近、液晶、プラズマに次ぐ第三のデバイスと言える、有機 EL (Organic Electro-Luminescence) の生産が本格的となってきた。ソニーは既に 11 インチの製品を販売している。有機 EL ディスプレイのメカニズムはより複雑であるため、制御用の IC 回路の製品価格に占める割合はより大きくなるものと考えられる。この点は日本企業にとって有利となるのではないかと予想される。

1970 年代に草創期を迎えた日本の半導体製造装置、液晶製造装置は、その後順調な伸びを持続し、最近では、米国を抜いて市場占有率が世界一となった。東京エレクトロン、アドバンテスト、ニコン、大日本スクリーン、キヤノン、日立ハイテクノロジーズ、東京精密などの企業があるが、各企業の利益率が高いことが特徴である。市場規模は 10 兆円に満たない水準であるが、利益率の高さは、趨勢的に安定している。メモリーのメーカーの経営がきわめて不安定なことと比べて有利な経営となっているため、装置メーカーの担当する技術革新の割合が増加している。半導体における技術革新の担い手が半導体メーカーから装置メーカーに移りつつあるようである⁸。

デジタル家電において特に期待された、システ

ム LSI に対する需要はそれほどの盛り上がりを見せなかった。メーカーと製品の種類が多すぎて製造すべき LSI の種類が増え、予想されたほどの利潤が上がらないという経緯をたどったのである。しかしながら、自動車車載用のシステム LSI に対する需要は急激に増加している。2015 年には現在の市場規模の約 4 倍に成長するものと予想されるので、システム LSI 生産のプラットフォームの共通化を行って生産の効率を上げながら需要の増加に対応していくことが望まれる。薄型テレビについては、現在 40 インチ以上については市場の 70% がプラズマによって占められ、40 インチ未満については液晶が圧倒的に有利である。有機 EL ではプラズマ以上にシステム LSI の生産費用に占める割合が大きいのので、比較的に小型のサイズに目標を絞って、システム LSI 生産のプラットフォームの共通化を行えば有望な市場となるものと思われる。2009 年 1 月現在、世界経済は同時不況の中にある。昨年初め頃 1 バレル当たり 40 米ドル前後であった原油価格は、一時期 150 米ドル前後となったが、今の時点では 40 ドルを下回っている。多くの経済専門家は一年後の原油価格を 1 バレル当たり 80 ドル程度と予測している。BRICs 諸国の経済成長に伴い、資源、農水産業部門と工業部門の間の分配が変化しているようである。そのことは IT 産業部門においては、部品価格の上昇となって表れているのではないだろうか。このことと、メモリー部門独自の動向として、装置製造部門の担う技術革新の割合が大きくなっていることを併せて考えると、これまで規模の経済が極めて強く働いてきた IT 産業においても、部品、材料、装置製造などに多く見られるような、労働に体化するような性質の技術の役割が比重を増しているように思われる。

おわりに

IT 産業はその成長率が大きいばかりではなく、

生産、需要の規模においても、巨大な産業となっている。本章では、近年の IT 産業における技術動向について検討し、売買可能な技術と労働に体化する技術とが競合関係にあり、周期的に優位性が交代する傾向にあることを見た。このような技術動向、技術選択を説明するためには、従来のヘクシャー・オリン命題によっては無理があり、トレフラー等の考え方が有効であること、などを理解した。また、今後どのような技術革新が考えられ、どのように経済・貿易への影響を持つかという点についても検討した。デジタル家電において特に期待された、システム LSI に対する需要はそれほどの盛り上がりを見せなかったものの、自動車車載用として有望な市場が存在すること、また有機 EL ディスプレイについてプラズマ同様の戦略をとれば急成長が望めるであろうこと、半導体製造装置のメーカーに技術革新の重心が移りつつある点など労働に体化した技術が趨勢的に有利となりはじめているのではないかということ等々、最近の技術の動向についても検討した。

¹ 韓国の IT 企業は、台湾と比べて素材関連の供給国産化についてはある程度進んでいるものの、台湾企業は米国企業の生産委託を受けるような先端部門において先行している。

² ゴードン・ムーア、インテル名誉会長の提唱した法則で、メモリーの容量は一年半ごとに倍になるというもの。この勢いは 10 年以内にきわめて緩慢になるだろうとの予測も一般的である。現在の技術的情勢を考慮すると、ムーアの法則は今後約 10 年間持続するという見方は一般的と思われる。

³ 輸出というのは、製品に体化された生産要素の輸出のことである。

⁴ Static Random Access Memory, DRAM と異なりリフレッシュ操作が不要であるので、記憶維持のための電力消費が小さい。

⁵ Application Specific Integrated Circuit 特定用途のための複数回路をひとつにまとめた集積回路。

⁶ 泉谷渉 (2007) を参照。

⁷ nm はナノメートル (Nanometre) であり、1 ナノメートルは 10 億分の 1 メートル。

⁸ 泉谷渉 (2007) を参照。

参考文献

- 朝元照雄 (2004) 『開発経済学と台湾の経験』 勁草書房
 明 豊著 (2005) 『よくわかる半導体業界』 日本実業出版社
 池田信夫 (2005) 『情報技術と組織のアーキテクチャー』 NTT 出版
 泉谷渉 (2005a) 『最新、これが半導体の全貌だ』 かんき出版
 ——— (2005b) 『これがディスプレイの全貌だ』 かんき出版
 ——— (2007) 『日の丸半導体は死なず』 光文社
 ジェトロ・ブダペスト事務所 (2002) 『ハンガリーの R&D の動向』 2002 年 3 月
 莊 幸美 (2004) 『台湾 IT 産業の経営戦略』 創成社
 永野周志 (2002) 『台湾における技術革新の構造』 九州大学出版会
 横山久・大野幸一・糸賀滋・今岡日出紀 (1987) 「東・東南アジア諸国の要素賦存の計測—レオンチェフ、リーマー指標を用いて—」 (『アジア経済』第 27 巻第 10 号 アジア経済研究所)
 吉野久生 (2007) 「技術選択、貿易構造の変化とハンガリーの事例」 (野田容助・黒子正人 編『貿易関連指数と貿易構造』統計資料シリーズ (SDS) No.91 アジア経済研究所)
 リチャード E.エイブズ・ジェフリー A.フランケル・ロナルド W.ジョーンズ著、伊藤隆敏・田中勇人訳 (2003) 『国際経済学入門 (1)』 日本経済新聞社
 Heckscher, Eli F. “The Effect of Foreign Trade on the Distribution of Income” [in Swedish]. *Ekonomisk Tidskrift*, 1919, 21(2), pp. 1-32; reprinted in *Readings in the theory of international trade*. Homewood, IL: Irwin, 1950, pp. 272-300.
 Ohlin, Bertil G. (1933), *Interregional and international trade*, Cambridge, MA: Harvard University Press

- Vanek, Jaroslav. (1968), “The Factor Proportions Theory: The N-Factor Case.”, *Kyklos*, October 1968, 21(4), pp. 749-56.
 Armington, Paul S. (1969), “A Theory of Demand for Products Distinguished by Place of Production.”, *International Monetary Fund Staff Papers*, march 1969, 16 (I), pp. 159-78.
 Bowen, Harry P.; Leamer, Edward E. and Sveikaukas, Leo. (1980), “Multicountry, Multifactor Tests of the Factor Abundance Theory.”, *American Economic Review*, December 1987, 77(5), pp.791-809.
 Leamer, Edward E. (1980), “The Leontief Paradox, Reconsidered.”, *Journal of Political Economy*, June 1980, 88(3), pp.495-503.
 ——— (1988), Cross Section Estimation of the Effects Trade Barriers,” in Robert C. Feenstra, ed., *Empirical methods for international trade*, Cambridge, MA: MIT Press, 1988, pp. 51-82.
 Leontief, Wassily W. (1953), “Domestic Production and Foreign Trade: The American Capital Position Re-Examined.”, *Proceedings of the American Philosophical Society*, September 1953, 97(4), pp. 332-49.
 Treffer, Daniel (1993), “International Factor Price Differences: Leontief wa Right!”, *Journal of Political Economy*, December 1993, 101(6), pp.961-87.
 ——— (1995), “The Case of the Missing trade and Other Mysteries”, *American Economic Review*. December 1995, pp. 1029-1046.
 Stern, Robert M. and Maskus, Keith E (1981), “Determinants of the Structure of U.S. Foreign Trade, 1958-76.”, *Journal of International Economics*, May 1981, II (2), pp. 207-24.
 Brecher, Richard A. and Choudri, Ehsan U (1988), “The factor Content of Consumption in Canada and the United States: A Two Country Test of the Heckscher-Ohlin-vanek Model,” in Robert C. Feenstra, ed., *Empirical Methods for international trade*. Cambridge, MA: MIT Press, pp.5-17.
 Maskus, Keith E (1985), “A Test of the Heckscher-Ohlin-vanek Theorem: The Leontief Commonplace.”, *Journal of International Economics*, November 1985, 19 (3/4), pp.201-12.

Straiger, Robert W (1988), “A Specification test of the Heckscher-Ohlin Theory.”, *Journal of International Economics*, August 1988, 25(1/2), pp. 129-41.

Krugman, Paul R. 1994. *Rethinking International Trade*. Cambridge: MIT Press. [高中公男訳『国際貿易の理論』文真堂, 2001年]

Asian International Input-Output Table 1995 (I.D.E. Statistical Data Series No.82, Institute of Developing Economies, 2001)

補論：

ハンガリーの債務問題と貯蓄・投資の最適化

2008年半ばのサブプライム・ローン問題に端を発する、世界的な不況と通貨危機はハンガリー経済をも襲うこととなり、従来から政府支出のGDPに占める割合が大きいことなど、いくつかの問題点を抱えていた当経済は、通貨フォリントの対米ドルレートの切り下がり、対外債務の急増など大きな問題に直面することとなった。

1960年代に旧ソ連・東欧で行われた諸改革の中で、68年に実施されたハンガリーの「新経済 New Economic Mechanism: NEM」だけが生き残る結果となり、これが80年代後半の経済自由化につながる事となった。80年代前半には、すでに小規模国営企業の個人請負制の制定、社債の発行などが行われていた。以後89年の国営企業民営化、価格自由化に至る迄、様々な改革が行われるという経緯を辿っている。このように、改革開始の早かったハンガリー経済は、隣国ポーランドと比べて、改革に伴う変動を比較的小規模なものに抑えることができた。しかしながら、ハンガリーのこのような漸進主義は、逆に改革を不徹底なものに止めるという副作用をももたらす結果となっている。非効率性の残る経済構造の下で一貫して、積極的な財政金融政策が採られ、また順調な直接投資の伸びもあって、経済は5%内外の堅調な成長を持

続してきた。貿易においては、改革以後、相手国を旧社会主義圏から欧米先進国に切り換え、同時に貿易品目も大きく変化している。旧体制下においては、エネルギー、原材料を輸入して、製品、半製品を輸出するという貿易構造であり、国内で産出する鉄鉱石、ボーキサイトおよび石炭を利用する、金属工業、および機械工業が盛んであったが、改革後は、一般機械、コンピュータ関連の電気機械が急速に伸びている。

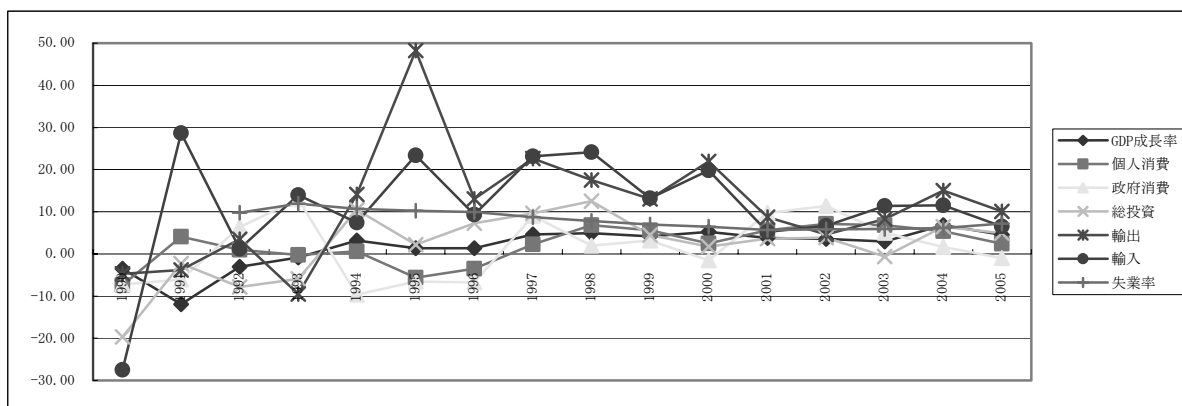
債務問題に対する懸念は頻繁に指摘されていたものの、隣国ポーランドと同様、これまで順調な経済成長を維持することができた。ポーランドの場合、2000年迄積極的な財政・金融政策が採られたが、その後は落ち着いた経済運営へと変化している。しかし、ハンガリーの場合は、2000年以降も積極的な経済運営が維持され¹、このことが債務問題の悪化につながったものと思われる。

今回の世界的不況と通貨切り下がり²によって、債務問題はさらに悪化しているが、本稿では、まずハンガリー経済と債務の概況を述べ、その後、離散型最大原理による異時点最適化の手法を用いて、ハンガリーの経常収支と資本蓄積を状態変数とする計算を行う。累積債務に対する一定の評価づけにより目的関数が設定され、最適な貯蓄・投資が決定される。また、このモデルを用いて、税率増加、利子率上昇などの場合についてのシミュレーションを行った。

1. 概況

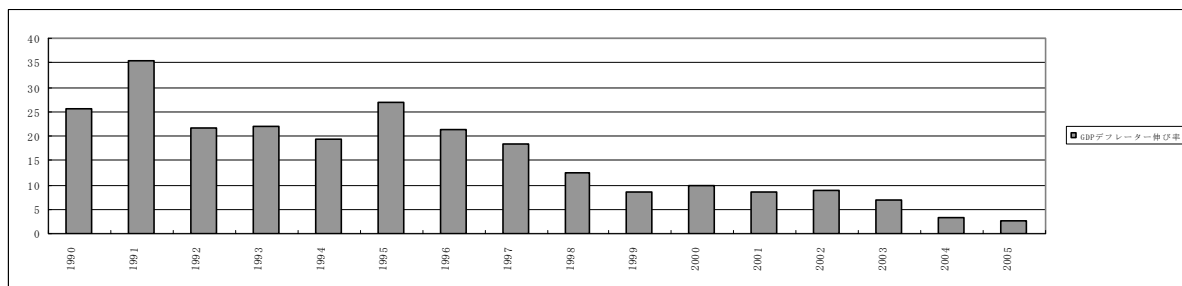
1960年代に旧ソ連・東欧で行われた諸改革の中で、68年に実施されたハンガリーの「新経済 New Economic Mechanism: NEM」だけが生き残る結果となり、これが80年代後半の経済自由化につながる事となった。80年代前半には、すでに小規模国営企業の個人請負制の制定、社債の発行などが行われていた。引き続き、労働市場、資本市場導入の必要性も意識されるようになり、86年には

図1 ハンガリーマクロ変数伸び率、データの出所 IFS



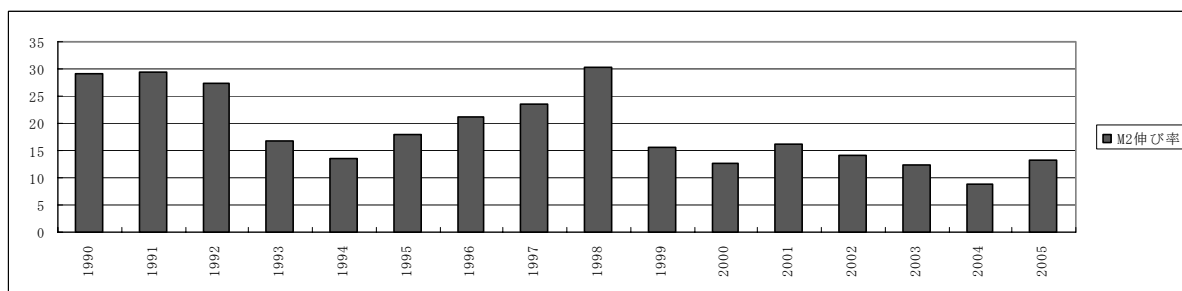
(出所) IFS

図2 ハンガリーの GDP デフレーター伸び率(データの出所、IFS)



(出所) IFS

図3 ハンガリーの M2 伸び率



(出所) IFS

破産法の制定、失業保険の導入などが行われた。以後 89 年の国営企業民営化、価格自由化に至る迄、様々な改革が行われるという経緯を辿っている。このように、改革開始の早かったハンガリー経済は、ポーランド経済と比べて、改革に伴う変動を

比較的小規模なものに抑えることができた。

92 年の GDP 成長率(図 1 参照)がマイナス 3%を記録した後、経済情勢は次第に沈静化の方向に向かうようになってきた。94 年以降 GDP 成長率が再びマイナスとなることはなかった。GDP デフレ

ーターで見た物価上昇率(図2参照)は、91年には35%と最大の伸び率を見せたが、以後低下に転じ、94年には19%に迄低下、95年に再び27%に迄上昇したものの、それ以降低下傾向が定着するようになっている。貨幣供給M2の伸び率(図3参照)は、30%近い伸び率を見せた90、91年から94年の13%に迄低下したが、以後再び増加傾向を示すようになった。総投資伸び率は、93年のマイナス6%迄マイナスの値を示した後、94年の10%から回復基調に入った。個人消費は、91年に4%、92年に1%と増加した後、95年には再びマイナス6%へと減少している。輸出の伸び率は、92年には3.5%と正の値となった後、93年にマイナス10%と下落した。しかし、94年に14%と大きな増加を見せた後は概ね10%を越える水準となっている。為替レートの伸び率(図4参照)は、91年に35%、93年に29%と大きな切り下がりを見せたが、95年に至る迄、その他の年は15%程度の値であった。ハンガリーの為替レートは2001年迄一貫して切り下がっており、早くから切り上がりの傾向の見られたポーランドと対照的である。91年から94年にかけて貨幣供給M2の伸び率は30%から13%に低下しているが、GDPデフレーター伸び率も91年の35%から94年の19%迄減少した。為替レートの動きもこれと類似しているようである。貿易収支のGDPに占める割合(図5参照)は、91、92年にマイナス2%程度であったものが93年にはマイナス8%と大幅なマイナス幅の増加を見せている。94年の同様の傾向であるが、これは93年に為替レートが29%と異例の大幅切り下がりを見せたことと関係が深いものと考えられる。改革以来ハンガリー経済の牽引力となってきた最大の要因は直接投資受け入れ(図6参照)と考えられるが、94年迄はその規模は小さかった。91、92年には15億ドル程度で、93年には24億ドルに増加したものの、94年になると、11億ドルに減少することとなった。93年迄マイナス成長が続き、94年ようやくプラス成長に転ずることとなったが、その事情に対応して、この期間には累積債務(図8参照)

は、90年の212億ドルから93年の243億ドルへと比較的にわずかな増加を示しているにすぎない。ポーランドの場合には債務に対する支払停止の経験を持つが、ハンガリーの場合にはそのような事態に陥ることもなく、漸進的な改革の順調な過程を見せていた。

94年になると、GDP成長率が3%となってようやくマイナス成長から脱却することとなった。ただ95年の成長率は1.4%、96年のそれは1.3%と再び低迷し、97年に至って4.6%と回復、以後同水準を維持している。GDPデフレーター伸び率の動きを見ると、95年の27%、96年の21%と高水準が続いたが、以後97年の18%、98年の13%、99年の8%と低下傾向が定着するようになった。M2の伸び率は、95年の18%から、96年には21%と、20%を越えるようになり、98年には30%に迄達した。以後低下傾向を見せるようになり2000年には13%となっている。総投資の伸び率は、95年には2%であったものが、96年には7%と回復し、98年の13%迄堅調であったが、99年には4%に下落した。個人消費伸び率は、95年マイナス6%、96年マイナス3%とマイナスの値が続いたが、97年の2%、98年の7%、99年の6%とこの時期の好調なGDP成長率と呼応して好調な値を見せている。輸出の伸び率は、94年から急上昇し始め、95年には48%に迄達するようになった。以後2000年の22%迄、概ね20%内外の水準となって、経済が輸出によって牽引されているという状況を理解することができる。為替レートの伸び率は、94年の13%から2000年の20%迄、一貫して切り下がり傾向を示している。貿易収支のGDPに占める割合は、94年のマイナス7%から95年にはマイナス2%に改善した。97年にはマイナス1%となったが、98年にはマイナス4%と悪化し、以後2000年迄4%前後の水準となっている。直接投資受け入れは、95年に48億ドルと前年の11億ドルと比べて大きな増加を見せ、以後2000年の28億ドル迄漸減していく。利子率(図7参照)も95年の33%から2000年の13%迄単調な減少を示している。ただし、

図4 ハンガリーの為替レート伸び率、データの出所 IFS

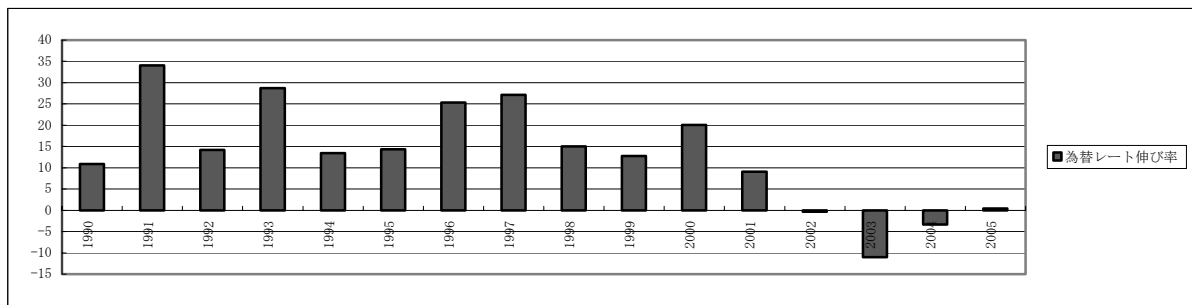


図5 ハンガリーの貿易収支の GDP に占める割合(単位%, データの出所 IFS)

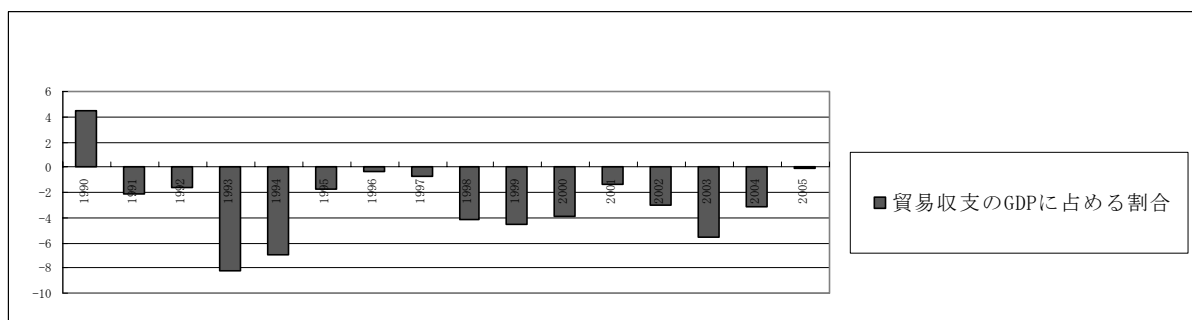


図6 ハンガリーの直接投資受け入れ(単位百万ドル、データの出所 IFS)

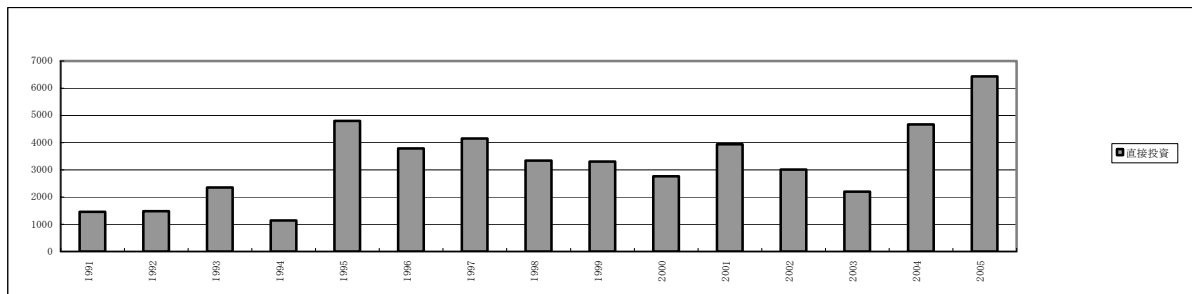


図7 ハンガリーの GDP デフレーターと利子率、データの出所 IFS

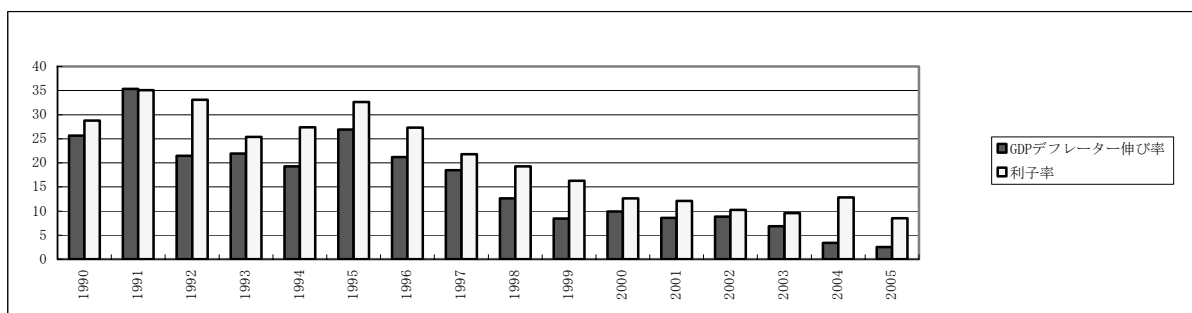
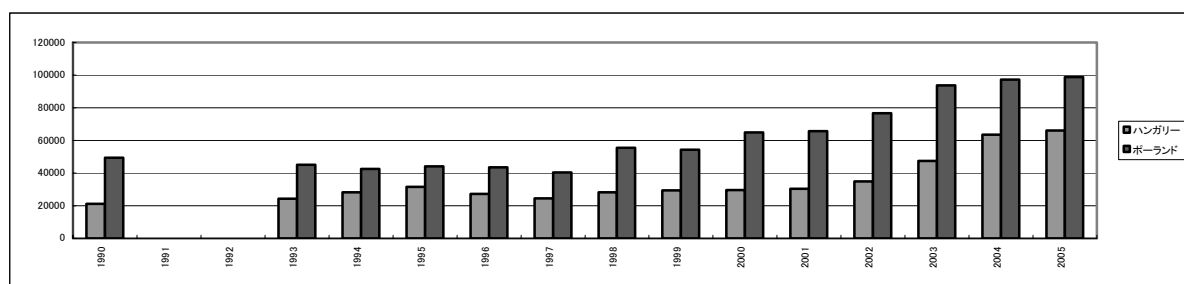


図8 ハンガリーとポーランドの累積債務(World Debt Table, 単位百万ドル)



この動きは GDP デフレーター伸び率の低下に比べてやや緩慢である。この時期には、M2 の増加傾向の下、為替レートが切り下がり傾向を見せながら輸出が拡大、同時に輸入も拡大して、貿易収支の赤字が拡大、その結果、GDP 成長率は 5%前後の堅調な水準を維持したという動きとなっていることがわかる。94 年の GDP 成長率が 3%、95 年には 1.4%、96 年には 1.3%と、プラス成長が続くようになったが、累積債務は、94 年に 280 億ドル、95 年に 317 億ドル、96 年には 270 億ドルとなり、特に 96 年には 47 億ドルもの減少となって、大きな改善を示した。この後 2000 年に至る迄 GDP 成長率は 5%前後の値を持続したものの、累積債務は増加を見せなかった。97 年から 2000 年迄 300 億ドルの値をとり続けている。

GDP 成長率は、2000 年には 5.2%に達したが、翌年には 3.8%と若干の低下を見せた。2003 年の 2.9%迄低下が続くものの、2004 年には 6.8%、2005 年には 4.6%と概ね 5%前後の堅調な成長率が持続している。GDP デフレーターの伸び率は、2000 年の 9.9%から 2003 年の 6.9%迄漸減となったが、2004 年には 3.4%と 5%を切り、2005 年には 2.5%とさらに低下した。M2 の伸び率は、2000 年の 13%から 2003 年の 12%迄 15%内外の値であったが、2004 年に一旦 9%迄落ち込んだ後、2005 年には 13%に上昇した。総投資の伸び率は、2000 年の 1.7%から 2002 年の 3.9%迄上昇したが、2003 年にはマイナス 1%と投資の減少を示すこととなった。しかし、翌年には 6.4%、2005 年には 5%と回復し

ている。個人消費伸び率は 2000 年の 2.5%から 2002 年の 7.2%に迄上昇し、以後 2005 年の 2.4%迄漸減した。輸出の伸び率は、2000 年には 22%と大きな値となったが、以後 2003 年迄は、一桁台の値となってしまった。ただし、2004 年から再び二桁に戻っている。為替レートの伸び率は、2000 年には 20%の切り下がりであったものが、翌年には 9%の切り下がりとなり、2002 年には 0.4%の切り上がり、2003 年には 11%もの切り上がり、為替レートの切り上がりが定着するようになった。貿易収支の GDP に占める割合は、2000 年にはマイナス 4%であったが、翌年にはマイナス 1.4%、2002 年にはマイナス 3%、2003 年にはマイナス 5.6%となり、2005 年のマイナス 0.1%を除いて、概ねマイナス 5%以下の水準である。直接投資受入れは、2000 年には 28 億ドルと前年と比べて減少したが、翌年には 39 億ドルに増加し、以後比較的順調に増加して、2005 年の 64 億ドルに至っている。利子率は若干の低下傾向を見せている程度である。この時期には、直接投資の順調な増加によって、投資、GDP 成長率などが堅調な動きを示した。M2 の伸びは依然大きいものの、GDP デフレーターの伸び率は一桁台に留まり、為替レートの切り上がり傾向の定着が見られるようになった。為替レートの切り上がり傾向にも関わらず輸出の伸びは堅調であり、貿易収支の GDP に占める割合も概ねマイナス 5%以内に留まった。この時期、貿易収支の GDP に占める割合は 93、94 年ほどではなかったものの、5%前後の GDP 成長率を支えるに足

る水準であり、この動きに伴って累積債務は2001年の300億ドルから2004年の635億ドル迄急激な伸びを見せている。改革開始直後の1990年には、ハンガリーの累積債務は210億ドル、ポーランドの累積債務は490億ドルであった。両国の一人当たりGDPはほぼ同水準、ポーランドの人口はハンガリーの三倍という点から考えると、ハンガリーの累積債務はポーランドと比べて少し大きいという程度であった。しかし、2005年になると、ハンガリーの累積債務は660億ドル、ポーランドの累積債務は990億ドルとなり、ハンガリーの累積債務だけが急激な増加を見せていることがわかる。ポーランドについては、累積債務は深刻な問題とはなっていないが、ハンガリーについては返済可能性について憂慮する意見が多い。ポーランドの改革はビッグ・バンと呼ばれる急激な改革であったが、ハンガリーの改革は1980年代から始まった漸進的改革であった。改革の漸進性ゆえに、改革が不徹底となる部分も大きく、政府支出が常にGDPの50%以上となるなど、問題が先送りとなっている場合が多い。ハンガリーの累積債務は、2002年から2005年にかけて特に急速に増加している。この時期にハンガリーでは、貨幣供給M2の伸び率が概ね10%から15%の値となっているが、ポーランドでは、かなり小さな値である。金融政策にはかなりの差が見られるようであるので、この点を次節で述べる。

2. ハンガリー経済と成長要因

2004年5月、ハンガリーとポーランドは、EUに正式加盟した。この措置により両国の貿易環境は大きく改善し、輸出主導成長の展望はより明確になったものと考えられる。この時点では欧州共通通貨(EURO)採用についての議論が活発であったが、2005年頃になると、そのような話題は下火となってきた³。

共通通貨を採用すれば、為替変動に関するリスクを回避することができ、この観点からは、貿易、

投資はより活発になると考えられる。ただし、短期的な特定地域におけるショックの解消というようなことは難しくなる。また、均衡為替レートは経済発展とともに切り上がっていくから、共通通貨を採用することによって、インフレ率が加速するという恐れもある。共通通貨への参加条件はマーストリヒト条約⁴によって規定されているが、それは、インフレ率、長期利子率、財政赤字、為替レートの安定性などに関するものである。このような条件を遵守して、共通通貨採用を目指した場合、貨幣供給を急増させて、結果として、インフレ率の上昇、利子率の低下、為替レートの低下、輸出の急増、GDP成長率の加速などがもたらされるというような政策をとることは難しくなるものと思われる。

ハンガリーのM2伸び率は、1998年の30%を頂点として、以後概ね15%内外の値をとっている。GDPデフレーター伸び率も1998年の12.6%を頂点として、2003年迄は8%内外の水準である。為替レートは2001年の9%の切り下がり迄一貫して高率の切り下がり基調であったが、2002年以後は切り上がりの趨勢となっている。1998年のGDP成長率は4.9%であったが、輸出の寄与(表1参照)は10.4%に上っている。また、2000年のGDP成長率は5.2%であったが、そのうち輸出の寄与は16%である。ポーランドよりもはるかに輸出主導経済成長の度合いが強いと言えよう。2003年と2004年にM2伸び率が12.5%、8.9%と若干の低下を示し、為替レートは同時期に、11%、3%の切り上がりとなった。2003年にはGDP成長率は2.9%と97年以来最低の値となり、輸出の寄与は6.8%となっている。2004年には為替レートの切り上がり幅は3.3%に迄縮小、輸出の寄与は13.4%に上った。このときのGDP成長率は6.8%である。2005年になると、M2伸び率は再び13.3%と急増し、為替レートは4年ぶりの切り下がりとなった。このときのGDP成長率は4.6%、輸出の寄与は9.5%となっている。このように、ハンガリーはかなり積極的な金融政策を採っており、輸出、輸入、GDP

表1 ハンガリー、成長の需要要因分析

	GDP成長率	消費	政府消費	総投資	在庫	輸出	輸入	M2増加率	為替レート伸び率	GDPデフレーター伸び率
1990	-3.5	-4.46	-0.75	-3.72	0.67	-1.11	-5.2	29.19	10.89	25.67
1991	-11.9	2.88	-0.68	-0.48	1.21	-0.98	7.94	29.38	34.08	35.37
1992	-3.03	0.72	0.77	-1.55	-15	0.96	0.35	27.3	14.17	21.48
1993	-0.83	-0.19	1.8	-1.12	-1.3	-2.38	4.64	16.79	28.74	21.9
1994	3.16	0.4	-1.17	2.11	2.06	3.9	2.58	13.44	13.46	19.24
1995	1.36	-3.8	-0.73	0.44	0.7	19.49	9.85	18	14.37	26.89
1996	1.32	-2.24	-0.7	1.57	2.53	5.9	4.24	21.18	25.34	21.19
1997	4.6	1.41	0.97	2.17	0.52	11.95	12.4	23.6	27.11	18.44
1998	4.88	4.37	0.2	3.04	1.46	10.39	15.3	30.33	15	12.62
1999	4.13	3.63	0.33	1.08	-0.2	8.4	9.07	15.66	12.77	8.46
2000	5.21	1.56	-0.15	0.4	4.32	16.35	15.5	12.61	20.07	9.89
2001	3.81	3.63	0.99	0.86	-1.8	6.82	4.14	16.14	9.04	8.6
2002	3.58	4.76	1.25	0.91	-0.8	3.61	5.46	14.1	-0.35	8.84
2003	2.91	4.7	0.56	-0.15	1.05	6.83	10	12.45	-11.05	6.85
2004	6.84	3.67	0.18	1.45	-0.5	13.44	10.6	8.89	-3.37	3.4
2005	4.56	1.61	-0.1	1.12	-0.3	9.51	6.13	13.31	0.41	2.53

(出所) IMF IFS

表2 ポーランド、成長の需要要因分析

	GDP成長率	消費	政府消費	総投資	在庫	輸出	輸入	M2伸び率	為替レート伸び率	GDPデフレーター伸び率
1990	-11.07	-8.12	33.89	3.56	-3.7	1.98	-0.3	160.12	-16.17	434.8
1991	-7.05	4.21	0.39	-4.06	-0.3	0.07	3.09	36.95	53.8	55.27
1992	1.81	6.11	-0.35	-1.69	7.96	1.79	1.43	57.49	-0.85	38.49
1993	4.2	4	0.22	-0.25	0.25	0.66	1.65	36.04	7.67	30.56
1994	-1.45	0.38	-1.62	0.08	0	1.69	1.86	38.23	0.55	37.35
1995	7	1.22	3.57	1.01	-4.4	4.01	3.95	34.99	8.08	40
1996	6.16	5.28	0.55	3.51	0.13	2.33	6.12	30.96	8.49	18
1997	7.19	4.72	0.67	4.64	0.02	2.98	5.95	29.07	3.27	13.81
1998	4.93	3.61	0.6	3.42	0.02	5.16	8.39	25.17	5.66	11.13
1999	4.58	6.18	1.73	2.43	-0.1	-0.94	4.58	19.35	-2.46	6.03
2000	4.15	0.86	0.01	-0.64	0.33	6.3	1.65	11.76	9.77	7.3
2001	1.11	2.16	0.85	-2.31	-0.1	2.54	0.54	15.04	12.7	3.5
2002	1.42	3.75	0.46	-1.36	0.26	1.7	2.74	-2.77	-4.08	2.22
2003	3.85	0.39	0.72	-0.04	-2.9	5.04	2.49	5.7	-10.92	0.38
2004	5.24	3.06	0.91	0.99	6.54	4.15	5.75	6.91	-0.11	4.05
2005	3.29	1.01	1.35	0.75	-0.5	3.39	1.9	12.21	11.64	2.81

(出所) IMF IFS

の高い成長率が見られているが、その結果として、特に2002年から、累積債務が顕著に増加することとなった。

一方、ポーランドのM2の伸び率を見ると、1998年迄は常に20%を越えていた。1999年に19%となり、以後2002年のマイナス2.7%迄下落する。GDPデフレーターの伸び率は、1998年には11%であったものが2002年には2.2%となり、M2伸び率と

同様、漸減の動きを示している。為替レートは1998年には5.7%のズオーチ安であったものが、1999年には2.5%のズオーチ高となった。しかし、その後の2年間は10%程度の切り下がりとなり、1998年から2001年迄概ね切り下がりの趨勢となった。ポーランドの成長の需要要因分析（表2参照）を見ると、1998年にはGDP成長率は4.9%であったが、そのうち5.2%が輸出によるものである。

2000 年には 4.2%の成長率のうち、6.3%が輸出に依っている。1998 年から 2001 年迄 GDP 成長率は輸出に大きく依存しているが、2002 年になると、様相が一変する。この年、M2 の伸び率はマイナス 2.8%となり、GDP デフレーター伸び率は 2.2%に迄落ち込む。為替レートは 4%のズオーチ高となって、輸出の寄与は、1.4%の GDP 成長率のうち、1.7%に迄低下した。2003 以降貨幣供給は再び活発となって、2005 年の 12%迄 M2 伸び率は単調に増加している。GDP デフレーター伸び率は 4%内外の値を示すようになり、為替レートは 2003 年の 11%の切り上がりから 2005 年には 12%の切り下がりとなっている。この時期の GDP 成長率は平均 4%程度であるが、そのうち輸出は平均 4%程度の寄与を示した。需要項目のうち最大の寄与度であり、輸出主導経済の実勢を示唆するものと考えられる。ハンガリーと比較すると、特に 2000 年代において、金融政策が消極的であり、累積債務もそれほど増加していない。

3. 貯蓄・投資の異時点最適化： ハンガリーの事例

本節では、離散型最大原理による異時点最適化の手法を用いて、ハンガリーの経常収支と資本蓄積を状態変数とする計算を行う。景気刺激策によって輸出が拡大し GDP の成長が加速したとき、輸入がさらに増加して経常収支の赤字が増加し、所与の利子率の下で累積債務は増加していくことになる。累積債務に対する一定の評価づけにより目的関数が設定され、最適な貯蓄・投資の決定が行われる。Blanchard (1983) では連続時間の異時点最適化の手法を用いて、期間を無限にとり、消費と投資を最適化する。村田(1998)では、離散時間の想定の下で期間を有限期間の N とし、税率なども組み込んで、貯蓄率、投資を制御している。本稿では、村田の定式化に従いハンガリーの債務問題を考察する。

以下は村田(1998)の定式化である。まず、目的

関数 J_N は次のように定式化される。

$$(3-1) \quad J_N = \sum_{i=0}^{N-1} \rho^i U(C_i / L_i) L_i + \rho^N (\lambda B_N + \pi K_N)$$

ここで、 L は労働人口、 C は民間消費、 B は累積債務、 K は資本、 U は効用、 ρ は一期当たり価値割引率、 λ は累積債務に想定される価値 ($\lambda < 0$)、 π は資本に想定される価値 ($\pi > 0$)、である。

(3-1) 式の右辺第 1 項目は、労働人口一人当たりの効用の現在価値を国全体、初期から第 $N-1$ 期まで足しあげたものである。第 2 項目は、終期に存在する債務と資本の現在価値である。

第 i 期の経常収支は次のように表される。

$$(3-2) \quad B_{i+1} - B_i = Z_i(\phi) - S_i + G_i - T_i + rB_i$$

G は政府消費、 T は政府税収、 S は貯蓄、 Z は投資、 ϕ は調整費用、 r は世界利子率である。

国内総生産 Q の生産関数を F として、

$$(3-3) \quad Q_i = F(K_i, L_i(1 + \beta)^i)$$

となる。 F は資本と労働について一次同次であると想定する。労働は、 β (技術進歩) を考慮した効率表示である。税率を τ として、第 i 期の税額を、

$$(3-4) \quad T_i = rQ_i$$

とする。貯蓄は、 s_i を貯蓄率とすれば、

$$(3-5) \quad S_i = s_i(1 - \tau)Q_i$$

であり、政府消費は一定率 γ で成長すると考える。

$$(3-6) \quad G_i = (1 + \gamma)^i G_0$$

また、 δ を減価償却率とすると、

$$(3-7) \quad K_{i+1} - K_i = Z_i - \delta K_i$$

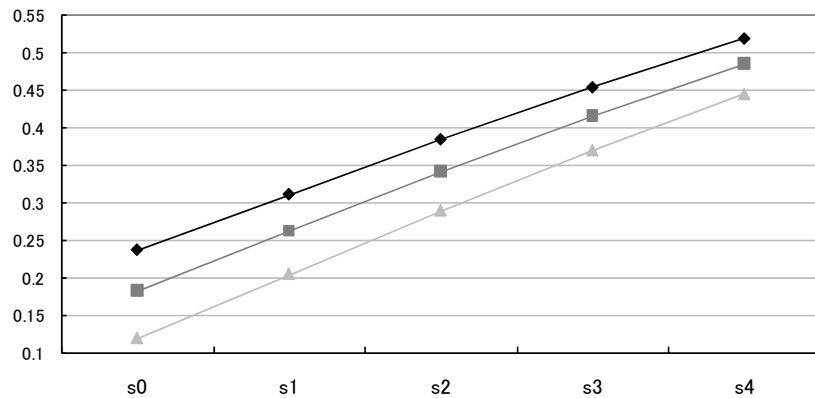
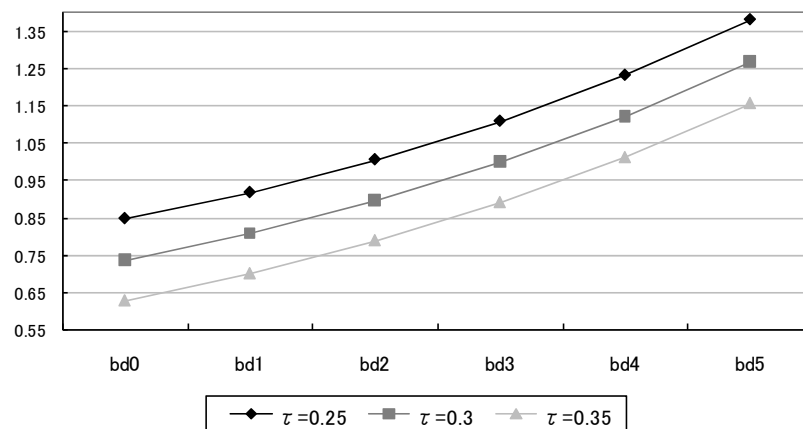
である。

以下では、(3-1) 式の C, B, K と (3-2) 式の G を c, b, k と g としてそれぞれ効率表示の労働単位で表す。したがって、(3-1) 式の目的関数は、

$$(3-1)' \quad J_N / L_N = \sum_{i=0}^{N-1} \rho^i U(c_i(1 + \beta)^i)(1 + n)^{i-N} + \rho^N (\lambda b_N + \pi k_N)$$

となる。ここで、 n は人口増加率である。

生産関数は、(3-3) 式を効率表示の労働単位で

図9 税率 τ の貯蓄率への影響図10 税率 τ の財政赤字への影響

表してコブ・ダグラス型とし、

$$(3-8) \quad f(k_i) = ak_i^\alpha$$

とする。 α は資本のパラメーターである。また、効用関数は、

$$(3-9) \quad U(c_i(1+\beta)^i) = \log(c_i(1+\beta)^i)$$

と想定される。ホルムズの最大原理 (2) を適用する。状態変数 b_i と k_i に対応する補助変数を λ_i と π_i 、ラグランジュ乗数を μ_i 、 ω_i として、ラグランジュ汎関数を次のように定義する。

$$L = \sum_{i=0}^{N-1} \{ \rho^i \hat{n}^{N-i} U(c_i \hat{\beta}^i) + \lambda_{i+1} \hat{n} \hat{\beta} h - \lambda_{i+1} b_i + \pi_{i+1} \hat{n} \hat{\beta} [z_i + (1-\delta)k_i] - \pi_{i+1} k_{i+1} + \mu_i s_i + \omega_i (c_i \hat{\beta}^i - \bar{c}) \}$$

ここで、

$$h = z_i [1 + \phi(z_i / k_i)] + (1+\gamma)b_i + [(1+\gamma)\hat{n}\hat{\beta}]^i g_0 - [\tau + (1-\tau)s_i]f(k_i)$$

ただし、 $\hat{n} = (1+n)^{-1}$ 、 $\hat{\beta} = (1+\beta)^{-1}$ である。

各 i について、 $\partial L / \partial s_i = 0$ (s_i を決定)、 $\partial L / \partial z_i = 0$ (z_i を決定)、 $\partial L / \partial b_i = 0$ (λ_i を決定)、 $\partial L / \partial k_i = 0$ (π_i を決定)、 $\partial L / \partial b_N = 0$ (λ_N を決定)、 $\partial L / \partial k_N = 0$ (π_N を決定)、などの条件より、各変数の決定を行うこととなる。ここで、最終期の債務残高の評価係数 λ を -1.1 とする。人口増加率はゼロ⁵、財政支出の増加率 γ を 2%、資本価値の評価係数 π を 2.1、調整費用 h を 2、技術進歩 β を 0.06、減価償却率 δ を 0.1、一期当たり価値割引率 ρ を 0.9、とする。生産関数は、 $y = k^{0.3}$ としている⁶。このような前提のもとでハンガリーについて 2005 年の初期値を与え、計算を行った。計画期間は 2005 年からの 5 年間である。その計算につき、税率 τ の貯蓄率(図 9 参照)、財政赤字(図 10 参照)への影響を見るシミュレーション、世界利子率 r の資本(図 11 参照)、貯蓄率(図 12 参照)、投資(図

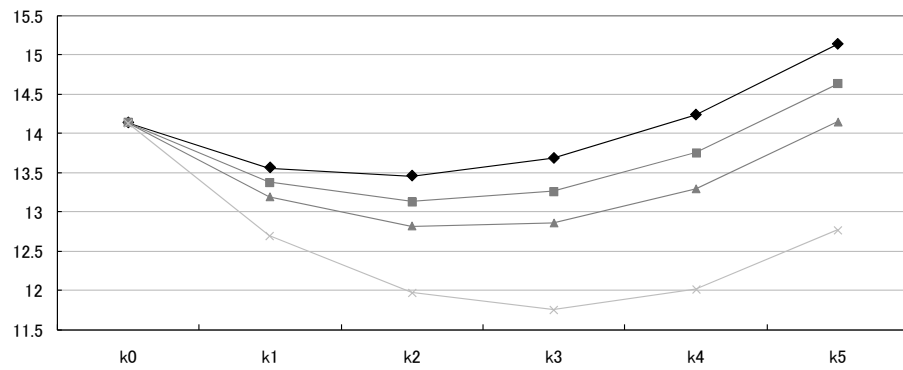
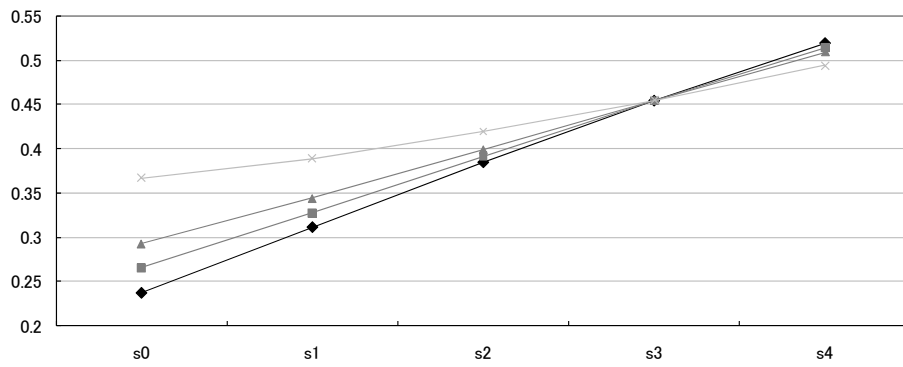
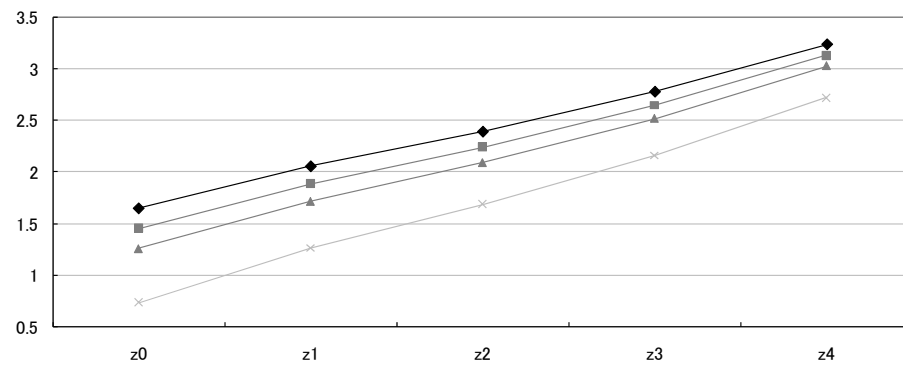
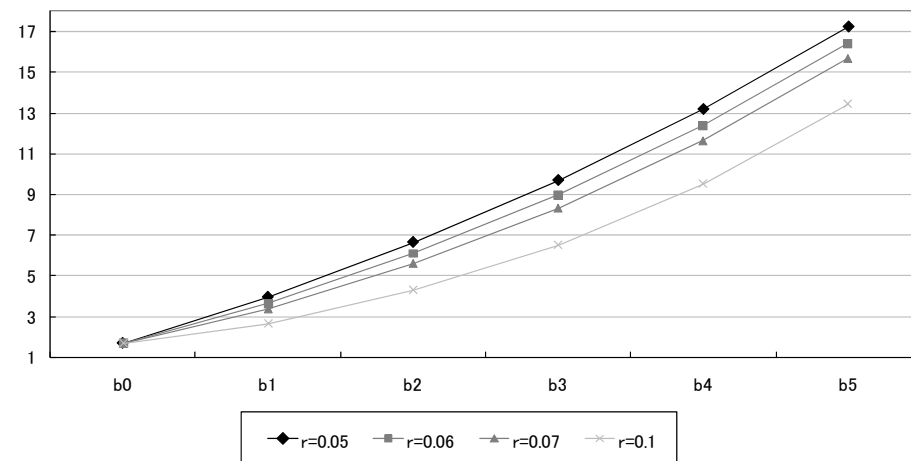
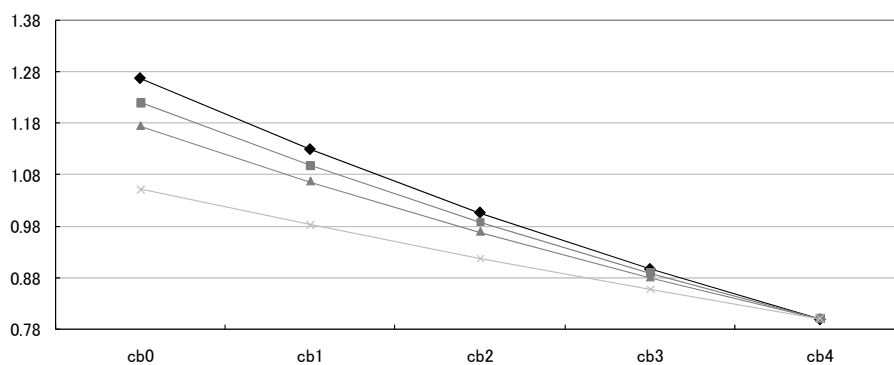
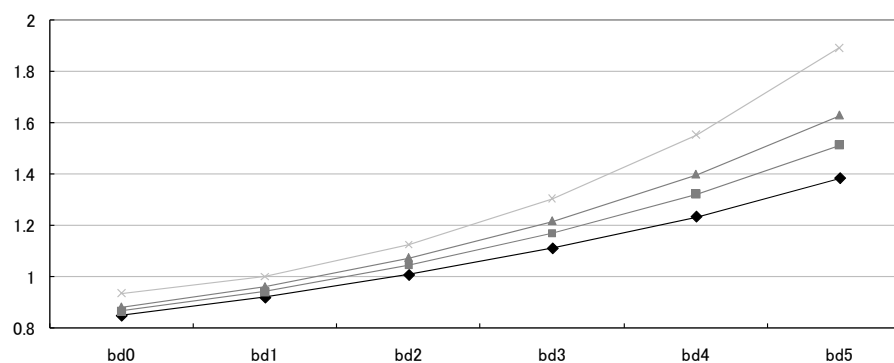
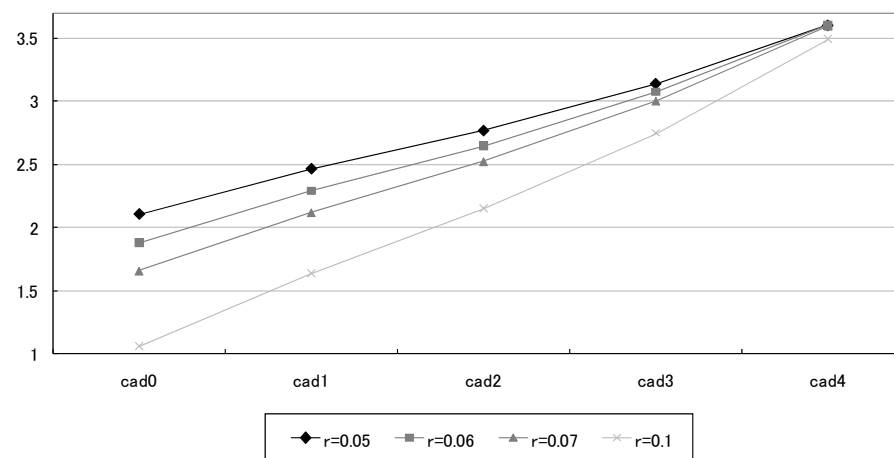
図 11 r の資本への影響図 12 r の貯蓄率への影響図 13 r の投資への影響図 14 r の債務への影響

図15 r の消費への影響図16 r の財政赤字への影響図17 r の経常収支赤字への影響

13 参照)、債務(図14 参照)、消費(図15 参照)、財政赤字(図16 参照)、経常収支(図17 参照)への影響を見るシミュレーションを行った。

まず、税率 τ を 0.25 から、0.3、0.35 へと変化させたとき、つまり税率を引き上げたときには、貯蓄率が下がり、財政収支が改善する。ただし、投資、資本、債務には影響を与えない。また、利子率 r を引き上げた場合には、貯蓄率を引き上げる

効果と、投資、資本、債務を引き下げる効果を持つ。

利子率が上昇したとき、消費が抑制され、貯蓄は増加する。同時に利子率上昇のために投資も減少する。資本は減少し、生産活動は停滞して経常収支は改善する。ここでは、政府支出は一定率で伸びると想定されているので、資本の減少による生産の低下により税収の伸びが抑えられて、財政

収支は悪化する。利子率の上昇による経常収支の改善により、債務は減少することになる。

ハンガリーの場合、改革が漸進的であったため、政府支出の GDP に占める割合が大きいことなど、非効率的な部分が残ってしまっている。このため、計画期間にわたって貯蓄・投資が最適に制御されて、消費は減少し続けるものの、経常収支と債務はかなりの勢いで増加し続ける。

おわりに

2008 年半ばのサブプライム・ローン問題に端を発する、世界的な不況と通貨危機はハンガリー経済をも襲うこととなり、従来から政府支出の GDP に占める割合が大きいことなど、いくつかの問題点を抱えていた当経済は、通貨フォリントの対米ドルレートの切り下がり、対外債務の急増など大きな問題に直面することとなった。

債務問題に対する懸念は頻繁に指摘されていたものの、隣国ポーランドと同様、これまで順調な経済成長を維持することができた。ポーランドの場合、2000 年迄積極的な財政・金融政策が採られたが、その後は落ち着いた経済運営へと変化している。しかし、ハンガリーの場合は、2000 年以降も積極的な経済運営が維持され、このことが債務問題の悪化につながったものと思われる。

今回の世界的不況と通貨切り下がりによって、債務問題はさらに悪化しているが、本章では、ハンガリー経済と債務の概況を述べた後、2005 年を出発点として、離散型最大原理による異時点最適化の手法を用いて、ハンガリーの経常収支と資本蓄積を状態変数とする計算を行った。累積債務に対する一定の評価づけにより目的関数が設定され、最適な貯蓄・投資が決定された。ハンガリーの場合、改革が漸進的であったため、政府支出の GDP に占める割合が大きいことなど、非効率的な部分が残ってしまっている。このため、計画期間にわたって貯蓄・投資が最適に制御されて、消費は減

少し続けるものの、経常収支と債務はかなりの勢いで増加し続ける結果となった。また、このモデルを用いて、税率増加、利子率上昇などの場合についてのシミュレーションを行った。

¹ 2000 年以降も概ね 10%を越える貨幣供給 M2 の伸びが維持されている。

² 2010 年 1 月 7 日現在 1 米ドル 93.9 円、195.7 フォリントである。

³ ポーランドについては EURO 採用が既に決定されたが、ハンガリーでは依然決定されていない。

⁴ EU の創設を定めた条約で 1993 年 11 月 1 日に発効した。

⁵ 実際にはわずかなマイナスであり簡単化のためゼロとした。

⁶ 新古典派モデルを採用しており労働者一人当たり表示である。

参考文献

- 佐々木宏夫 (2003)『入門、ゲーム理論』日本評論社
 中津孝司 (1996)『ロシア・CIS 経済の変容と再建』同文館
 マリー・ラヴィーニュ (2001) 栖原学訳『移行の経済学』日本評論社
 村田安雄 (1998)「動的経済システムの最適制御」 関西大学出版部 pp.146-169.
 リチャード・E・ケイブズ、ジェフリー・A・フランケル、ロナルド・W・ジョーンズ (2003) 伊藤隆敏・田中勇人訳『国際経済学入門(1)』日本経済新聞社
 Blanchard, O. J. (1983), "Debt and the Current Account Deficit in Brazil," in : Financial Policies and the World Capital Market (P. A. Armella, R. Dornbusch, and M. Obsfeld, eds.), Univ of Chicago Press, pp.187-197.
 Holmes, W. L. (1968), "Derivation and Application of a Discrete Maximum Principle," Western Economic Journal, 6, pp.385-394.
 Benavie, A. and F. J. Gould (1970), "The Discrete Maximum Principle-A Correction," Western Economic Journal, 8,

- pp.266-269.
- Armington, Paul S. (1969) "A Theory of Demand for Products Distinguished by Place of Production," *International Monetary Fund Staff Papers*, March 1969, 16(I), pp. 159-78.
- Bowen, Harry P., Leamer, Edward E. and Sveikaukas, Leo (1987) "Multicountry, Multifactor Tests of the Factor Abundance Theory," *American Economic Review*, December, 77(5), pp.791-809.
- Brecher, Richard A. and Choudri, Ehsan U. (1988) "The factor Content of Consumption in Canada and the United States: A Two Country Test of the Heckscher-Ohlin-vanek Model," in Robert C. Feenstra, ed., *Empirical Methods for International Trade*. Cambridge, MA: MIT Press, pp.5-17.
- European Bank for Reconstruction and Development (EBRD) (1998) *Transition Report Update*.
- Heckscher, Eli F. (1950) "The Effect of Foreign Trade on the Distribution of Income" [in Swedish]. *Ekonomisk Tidskrift*, 1919, 21(2), pp. 1-32; reprinted in Readings in *The Theory of International Trade*. Homewood, IL: Irwin, 1950, pp. 272-300.
- Hungarian Central Statistical Office (HCSO) (1990-2005) *Hungary Statistical Yearbook*.
- Leamer, Edward E. (1980) "The Leontief Paradox, Reconsidered," *Journal of Political Economy*, June 1980, 88(3), pp.495-503.
- Leamer, Edward E. (1988) "Cross Section Estimation of the Effects Trade Barriers," in Robert C. Feenstra, ed., *Empirical Methods for International Trade*. Cambridge, MA: MIT Press, pp. 51-82.
- Leontief, Wassily W. (1953) "Domestic Production and Foreign Trade: The American Capital Position Re-Examined," *Proceedings of the American Philosophical Society*, September 1953, 97(4), pp. 332-49.
- Maskus, Keith E. (1985) "A Test of the Heckscher-Ohlin-vanek Theorem: The Leontief Commonplace," *Journal of International Economics*, November 1985, 19(3/4), pp.201-12.
- OECD(2006) *Economic Surveys Poland*, Paris.
- OECD(2007) *Economic Surveys Hungary*, Paris.
- Ohlin, Bertil G (1933) *Interregional and International Trade*, Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Poland Central Statistical Office (1990-2005) *Poland Statistical Yearbook*.
- Straiger, Robert W. (1988) "A Specification test of the Heckscher-Ohlin Theory," *Journal of International Economics*, August 1988, 25(1/2), pp. 129-41.
- Stern, Robert M. and Maskus, Keith E. (1981) "Determinants of the Structure of U.S. Foreign Trade, 1958-76," *Journal of International Economics*, May 1981, II(2), pp. 207-24.
- Trefler, Daniel (1993) "International Factor Price Differences: Leontief was Right!" *Journal of Political Economy*, December 1993, 101(6), pp.961-87.
- Trefler, Daniel (1995) "The Case of the Missing trade and Other Mysteries," *American Economic Review*, December 1995, pp. 1029-1046.
- Vanek, Jaroslav (1968) "The Factor Proportions Theory: The N-Factor Case," *Kyklos*, October 1968, 21(4), pp. 749-56.
- Krugman, Paul R. (1994) *Rethinking International Trade*. Cambridge : MIT Press. (高中公男訳『国際貿易の理論』文真堂, 2001 年)